



US

Ministero delle Attività Produttive
Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi
Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**
N. **MI2002 A 002337**



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

18 LUG. 2003

Roma, li

per IL DIRIGENTE

Paola Giuliano

Dr.ssa Paola Giuliano

MODULO

A. RICHIEDENTE (I)

2) Denominazione											
Residenza						codice					

cognome nome COLETTI Raimondo e altri cod. fiscale
denominazione studio di appartenenza ING. BARZANO' & ZANARDO MILANO S.p.A.
via BORGONUOVO n. 10 città MILANO cap 20121 (prov) M

via _____ n. _____ città _____ cap _____ (prov) _____

classe proposta (sez/cl/sci) gruppo/sottogruppo /

~~ASSIEME DI BILANCIAMENTO DI SPINTA ASSIALE PER UN COMPRESSORE CENTRIFUGO,
AVENTE CONDIZIONI DI SICUREZZA MIGLIORATE~~

Nº PROTOCOLO | MIN/ST |

corporate name

1) BALDASSARRE LEONARDO	3) FUSI LEONARDO
2) BETTI DAVIDE	4)

allegato
S/R

1) _____

2) _____

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

N. es.

Doc. 1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> PROV	n. pag.	<input checked="" type="checkbox"/> 22	riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare).....
Doc. 2)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> PROV	n. tav.	<input checked="" type="checkbox"/> 01	disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)
Doc. 3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> RIS			lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale
Doc. 4)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> RIS			designazione inventore
Doc. 5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> RIS			documenti di priorità con traduzione in italiano
Doc. 6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> RIS			autorizzazione o atto di cessione
Doc. 7)	<input type="checkbox"/>				nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale Euro DUECENTONOVANTUNO/80 0 obbligatorio

COMPILATO IL 05/11/2002 FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I) I MANDATARI (firma per se e per gli altri)

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO ☒ SI

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI MILANO MTI ANO codice 115

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA MI2002A 002337 Reg. A

L'anno DUEMILAQUATTRE il giorno SEI del mese di NOVEMBRE

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di 100 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE | IL RAPPRESENTANTE | È INFORMATO DEL CONTENUTO DELLA
CIRCOLARE N.423 DEL 01/03/2001 EFFETTUA IL DEPOSITO CON RISERVA
DI LETTERA DI INCARICO.

IL DEPOSITANTE

**timbro
dell'Ufficio**

L'UFFICIALE ROGANTE
M. CORTONESI

REG. A

DATA DI DEPOSITO | 05/11/2002

NUMERO BREVETTO 1. _____

DATA DI RILASCIO 11/11/11

D. TITOLO

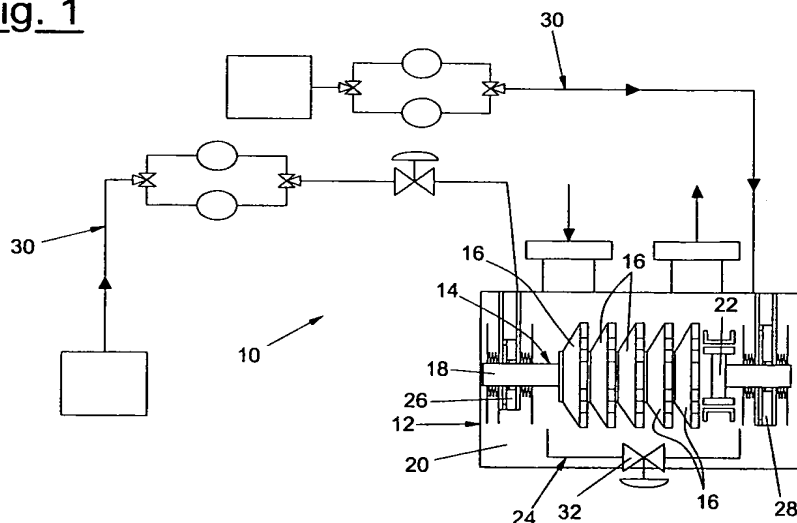
"Assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate".

L. RIASSUNTO

Un assieme di bilanciamento di spinta assiale (10) per un compressore centrifugo (12), avente condizioni di sicurezza migliorate, il compressore centrifugo (12) comprendendo un rotore (14), dotato di giranti (16) adiacenti e collegate da un albero (18), il rotore (14) ruotando in uno statore (20), il compressore centrifugo (12) includendo inoltre un pistone di bilanciamento (22), tra un ingresso di un primo stadio di compressione e una zona a valle del pistone di bilanciamento (22) essendo prevista una linea di bilanciamento (24); questo assieme (10) comprende, a monte del primo stadio di compressione, intorno all'albero (18), una tenuta meccanica a gas di ingresso (26) e, a valle del pistone di bilanciamento (22), una tenuta meccanica a gas di uscita (28), questa linea di bilanciamento (24) essendo escludibile mediante organi di chiusura (32).



Fig. 1



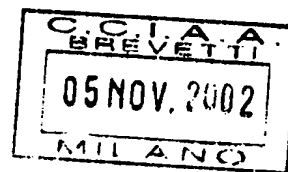
MI 2002 A 0 0 2 3 3 7

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale

a nome: NUOVO PIGNONE HOLDING S.p.A.

di nazionalità: italiana

con sede in: FIRENZE FI



La presente invenzione si riferisce ad un assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate.

In linea generale, il compressore centrifugo è una macchina che conferisce ad un fluido comprimibile una pressione superiore a quella con la quale lo riceve, cedendo ad esso l'energia necessaria per tale aumento di pressione, con una o più giranti o rotori disposti in serie, dotate di palette radiali ed azionate ad elevata velocità, mediante un motore accoppiato all'albero del compressore tramite un giunto.

Tipicamente i compressori centrifughi vengono utilizzati per una grande varietà di impieghi con esigenze di elevate portate con pressioni medio-basse, come negli impianti di refrigerazione, nella petrolchimica, ad esempio gli impianti etilene, di cracking catalitico, e le unità di compressione CO₂ negli impianti urea, nell'industria dell'energia come gli impianti per gas propano liquido, per ossigeno e

le unità di compressione e rilancio al servizio dei gasdotti. Le potenze installate sono in genere rilevanti.

In un compressore centrifugo, nella direzione assiale, si genera un differenziale di pressione tra i vari stadi che richiede l'inserimento, sull'albero del rotore del compressore, di un sistema di tenute tra rotore e statore di ciascuno stadio che limiti al massimo il fenomeno del riflusso del fluido compresso agli stadi precedenti, allo scopo di mantenere a valori convenienti il rendimento della compressione.

Con il progredire del valore di pressione da monte a valle, sul corpo del rotore si generano quindi forze radiali e assiali che devono essere equilibrate e bilanciate sia staticamente che dinamicamente, per la presenza delle inevitabili irregolarità nel tempo del sistema complessivo.

Una delle caratteristiche maggiormente richieste dai rotori dei compressori centrifughi, come pure delle macchine rotanti operanti ad alta velocità e con fluidi ad elevate pressioni, è la loro stabilità dimensionale anche in presenza di variazioni di funzionamento dovute ad irregolarità temporali di flusso a monte o a valle o della densità o pressione del gas reale sul quale si lavora.

A causa degli incrementi di pressione conferiti progressivamente al fluido dai vari stadi componenti il compressore, notevoli forze assiali si generano ed agiscono sull'albero della macchina. La risultante di queste forze è nella maggioranza dei casi talmente intensa che di fatto non è possibile bilanciarla con un semplice cuscono assiale reggispira (qualunque sia la tipologia).

Al fine di limitare l'entità di queste forze assiali è pratica comune inserire a valle dell'ultimo stadio un tamburo di bilanciamento. Essendo la superficie a valle del tamburo collegata, tramite la linea di bilanciamento, con l'aspirazione della macchina, il tamburo stesso viene ad essere soggetto ad un differenziale di pressione pari, circa, a quello sviluppato dall'intera macchina. La corrispondente forza agente sul tamburo risulta quindi diretta dalla mandata verso l'aspirazione (per semplicità ci riferiamo ad una macchina con stadi in linea) e quindi opposta alle forze agenti sulle singole giranti.

Selezionando opportunamente il diametro del tamburo è possibile ridurre al valore desiderato il valore della spinta non bilanciata (e che dovrà essere bilanciata dal cuscono assiale). Normalmente l'entità di questa forza residua è scelta in modo da garanti-

re, in tutte le condizioni di funzionamento, un carico avente sempre lo stesso verso, in modo da non avere, in nessuna condizione, una inversione del carico e quindi uno spostamento del rotore in senso assiale.

Inoltre, il differenziale di pressione agente sulle due facce del tamburo genera una migrazione di gas dal lato a pressione maggiore verso il lato a pressione inferiore.

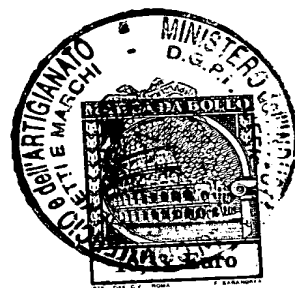
Al fine di minimizzare tale flusso, è pratica comune inserire, in corrispondenza del tamburo stesso, una tenuta, che può avere morfologie diverse in funzione del tipo di applicazione.

Così facendo, le estremità del compressore si trovano ad una pressione comune ed uguale a quella di aspirazione della macchina.

Al fine di sbarrare il flusso di gas dalle estremità del compressore all'ambiente esterno, usualmente alla pressione atmosferica, è pratica comune inserire delle tenute.

Fino a non molto tempo fa queste tenute erano, nella stragrande maggioranza dei casi, del tipo ad olio.

Nel corso degli ultimi dieci anni si è registrato un notevole sviluppo delle tenute meccaniche a gas, tanto che, salvo casi sporadici, la norma attua-



le prevede che vengano utilizzate tenute di questo tipo.

Come noto l'efficienza, in termini di sbarramento, delle tenute meccaniche a gas è molto alto e le fughe risultano molto piccole.

Partendo da questa constatazione, che cioè l'efficienza di sbarramento di una tenuta a gas è notevolmente superiore a quella di una tradizionale tenuta a labirinto o a nido d'ape, nasce l'idea di eliminare la via di fuga costituita dalla linea di bilanciamento del tamburo compensatore e di affidare quindi il compito di sbarramento alla sola tenuta di estremità.

Questa soluzione è stata così adottata nella tecnica e in questo modo la tenuta a gas sulla mandata del compressore viene ad assumere anche il compito di bilanciare la spinta assiale.

Tuttavia, il fatto di non prevedere più un tamburo compensatore crea alcuni inconvenienti.

Si pensi soprattutto agli aspetti relativi alla sicurezza: se si ha una rottura nel sistema di tenuta a gas, non si ha più nessun elemento che bilanci la spinta assiale, con conseguenze gravi sul compressore.

Scopo della presente invenzione è quindi quello

di ovviare agli inconvenienti in precedenza menzionati ed in particolare quello di realizzare un assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo avente condizioni di sicurezza migliorate.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di realizzare un assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate, che permetta di essere flessibile a seconda delle diverse applicazioni del compressore centrifugo, al fine di ottimizzarne sempre il rendimento.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di realizzare un assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate, particolarmente affidabile, semplice, funzionale ed a costi relativamente contenuti.

Un ultimo scopo è infine quello di realizzare un sistema completamente reversibile tale cioè da permettere, con semplici modifiche, di ritornare rapidamente alla configurazione classica dei compressori (in cui la tenuta a gas di estremità lato mandata non è usata per bilanciare la spinta). Da un altro punto di vista si potrebbe dire che questa caratteristica di flessibilità deve consentire alla presente solu-

zione di poter essere applicabile con facilità a macchine già realizzate in configurazione tradizionale, quindi allo scopo di aumentarne le prestazioni.

Questi ed altri scopi secondo la presente invenzione sono raggiunti realizzando un assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate come esposto nella rivendicazione 1.

Ulteriori caratteristiche dell'assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate, sono previste nelle rivendicazioni successive.

Le caratteristiche ed i vantaggi di un assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate, secondo la presente invenzione risulteranno maggiormente chiari ed evidenti dalla descrizione seguente, esemplificativa e non limitativa, riferita al disegno schematico allegato nel quale:

la figura 1 è uno schema di un assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate secondo la presente invenzione.

Con riferimento alla figura 1, viene mostrato un assieme di bilanciamento di spinta assiale, avente

condizioni di sicurezza migliorate e complessivamente indicato con 10, per un compressore centrifugo 12.

Il compressore centrifugo 12 comprende un rotore 14, ovvero una parte rotante, dotato di giranti 16 adiacenti e collegate da un albero 18, che ruota in uno statore 20, ovvero una parte fissa.

Il compressore centrifugo 12 include inoltre un pistone di bilanciamento o tamburo compensatore 22 secondo la tecnica nota.

Più precisamente, il pistone di bilanciamento 22 viene calettato sull'albero 18 del compressore 12, a valle dell'ultimo stadio di compressione. Tra un ingresso del primo stadio di compressione e una zona a valle del pistone di bilanciamento 22 è prevista una linea di bilanciamento 24, atta al corretto funzionamento del pistone di bilanciamento 22 stesso, secondo quanto già noto nella tecnica.

A monte del primo stadio di compressione, intorno all'albero 18, è prevista una tenuta meccanica a gas di ingresso 26; a valle del pistone di bilanciamento 22, è disposta una tenuta meccanica a gas di uscita 28.

Le due tenute meccaniche a gas 26 e 28 sono rifornite di gas da una linea di alimentazione 30.

Nella realizzazione secondo la presente inven-



zione, l'assieme di bilanciamento di spinta assiale 10 include sia il pistone di bilanciamento 22, con la relativa linea di bilanciamento 24, che anche le tenute meccaniche a gas 26 e 28, con la relativa linea di alimentazione 30. Più precisamente, la linea di bilanciamento 24 è escludibile mediante organi di chiusura 32, quali una valvola di intercettazione.

Il funzionamento dell'assieme di bilanciamento di spinta assiale 10 per un compressore centrifugo 12 secondo l'invenzione è chiaro da quanto sopra descritto con riferimento alla figura 1, ed in breve è il seguente.

Si agisce sugli organi di chiusura 32 al fine di escludere la linea di bilanciamento 24 del tamburo compensatore 22. In questo modo si affida il compito di sbarramento alle sole tenute meccaniche 26 e 28.

In particolare, la tenuta meccanica a gas di uscita 28, che si trova sulla mandata del compressore 12, viene ad assumere anche il compito di bilanciare la spinta assiale.

Il diametro della tenuta a gas lato mandata dovrà quindi essere maggiorato rispetto a quello lato aspirazione in modo da consentire il bilanciamento della spinta assiale risultante.

Così facendo si ottengono almeno i seguenti van-

taggi:

- possibilità di ritornare facilmente alla configurazione di bilanciamento ottenuta con il pistone di bilanciamento 22, rimettendo in funzione la linea di bilanciamento 24 e sostituendo la tenuta a gas di uscita 28 con una di diametro uguale a quella di ingresso 26, che si trova alla pressione di aspirazione del compressore centrifugo 12;

- garanzia di maggiore sicurezza nel caso in cui si abbia una rottura nel sistema delle tenute meccaniche a gas 26 e 28: la presenza del tamburo compensatore 22 e della relativa tenuta (anche se è realizzata a gioco maggiorato in modo da evitare surriscaldamenti), infatti, sebbene non dia alcun contributo in condizioni di normale funzionamento (la fuga verso l'esterno è praticamente nulla), in caso di rottura dell'anello primario delle tenute a gas 26 o 28, dato che la fuga cresce notevolmente, fa sì che si realizzi una differenza di pressione fra i due lati del tamburo compensatore 22 stesso. In questo modo il tamburo compensatore 22 riprende la sua normale funzione di bilanciamento (anche se parziale, ovviamente, a causa dei giochi della tenuta maggiorati) della spinta aerodinamica generata dalle giranti 16. Si fa notare che, a causa della presenza del tamburo com-

pensatore 22, si deve usare, sul lato mandata, una tenuta a gas 28 di diametro decisamente superiore a quello che si avrebbe se il tamburo compensatore 22 fosse rimosso;

- possibilità di implementare la soluzione della presente invenzione anche su macchine esistenti: ovviamente il fatto che l'architettura della macchina non muti passando da una configurazione all'altra (in entrambi i casi sono presenti, alla mandata, la tenuta a gas 28 ed il tamburo compensatore 22) rende possibile l'implementazione di questa soluzione su macchine esistenti in modo da ottenere un miglioramento delle prestazioni termodinamiche.

Durante l'avviamento con compressore centrifugo 12 pressurizzato, la differenza di diametro delle due tenute a gas 26 e 28 fa sì che nasca una spinta assiale uguale al prodotto fra la pressione relativa interna al compressore 12 e la differenza fra la superficie della tenuta a gas 28 sulla mandata e quella di ingresso 26 all'aspirazione. Ovviamente maggiore è la differenza fra i diametri delle due tenute a gas 26 e 28, maggiore è la spinta all'avviamento.

A causa della spinta assiale si ha la comparsa di una coppia di attrito sul cuscono reggispinga dell'albero 18 (nel caso di cusconi a lubrificazio-

ne): tanto più grande è la spinta assiale, tanto maggiore è questa coppia.

Al fine di garantire l'avviamento del compressore centrifugo 12 può essere necessario ricorrere all'utilizzo di un cuscono reggisinta a lubrificazione diretta del tipo noto con terminologia anglosassone come "jack in oil".

Un altro aspetto di non trascurabile importanza sul corretto funzionamento dell'assieme di bilanciamento 10 di spinta assiale per un compressore centrifugo 12 secondo la presente invenzione, riguarda il sistema di alimentazione delle tenute a gas 26 e 28.

Come noto, infatti, una tenuta meccanica a gas richiede, per poter funzionare correttamente, un sistema di alimentazione che rifornisca la tenuta stessa di gas pulito e fresco, in modo tale da asportare il calore generato fra gli anelli della tenuta.

Nella presente applicazione la tenuta a gas 28, ovviamente, lavora con una pressione sull'anello primario uguale a quella di mandata del compressore 12.

In applicazioni del compressore 12 quali quelle ad alte pressioni (tipo le reiniezioni), dove l'utilizzo dell'assieme di bilanciamento 10 di spinta assiale per un compressore centrifugo 12 secondo l'invenzione è particolarmente vantaggioso a causa



del rilevante ammontare della fuga sul tamburo di bilanciamento 22, la tenuta a gas 28 sulla mandata richiede la disponibilità di un gas di alimentazione ad elevata pressione. Non sempre questo gas è disponibile agevolmente sull'impianto.

In una realizzazione preferita dell'assieme di bilanciamento 10 di spinta assiale per un compressore centrifugo 12 secondo la presente invenzione, la linea di alimentazione 30 prende il gas dalla mandata del diffusore dell'ultimo stadio di compressione del compressore centrifugo 12 (immediatamente a monte della voluta) e, attraverso una tubazione esterna al compressore 12 stesso, lo invia ad un filtro di alta pressione; successivamente, lo rimanda all'interno del compressore 12 in corrispondenza delle tenute a labirinto di estremità del compressore 12 (sull'anello primario delle tenute a gas 26 e 28).

In pratica, la linea di alimentazione 30 è in grado di funzionare correttamente grazie alle seguenti circostanze.

Innanzitutto, il gas è prelevato alla mandata del diffusore (prima di entrare in coclea) per cui ha una pressione più grande rispetto a quella della flangia di mandata del compressore 12.

Inoltre, la pressione in corrispondenza dell'anello primario della tenuta a gas 28 sulla mandata è inferiore a quella di mandata dell'ultima girante 16 a causa dell'effetto secondario esistente sul retro dell'ultima girante 16 stessa.

A causa della componente di velocità tangenziale che assume il gas compresso nella cavità tra rotore e statore del retro dell'ultima girante 16 (il gradiente di pressione dipende dalla densità del gas e dal quadrato della velocità tangenziale), si crea, infatti, un differenziale di pressione fra mandata dell'ultima girante 16 e tamburo di bilanciamento 22.

Trascurando la caduta di pressione sulla tenuta del tamburo compensatore 22, che è a gioco maggiorato, il suddetto differenziale di pressione è anche il differenziale di pressione fra anello primario della tenuta a gas 28 e mandata girante 16 dell'ultimo stadio.

In applicazioni ad elevate pressioni (sopra i 300 bar) questo differenziale di pressione è dell'ordine di 5 - 6 bar.

Eventuali incertezze nella valutazione delle pressioni e quindi nel dimensionamento del diametro delle tenute meccaniche a gas 26 e 28 possono poi essere compensate con una opportuna pressurizzazione

dell'anello primario della tenuta a gas 28 sul lato mandata o anche di quella 26 sul lato aspirazione.

In prove effettuate in laboratorio, l'assieme di bilanciamento 10 di spinta assiale per un compressore centrifugo 12 secondo la presente invenzione è stato applicato con successo su un compressore centrifugo 12 a basso coefficiente di flusso di vecchio tipo, funzionante con prestazioni insoddisfacenti. Prima dell'introduzione di questa soluzione il riciclo sulla linea di bilanciamento 24 arrivava fino al 35% della portata di flangia; dopo l'introduzione della modifica descritta è stato possibile annullare quasi completamente la suddetta fuga (fino a portate dell'ordine di 400-500 Sl/min.) e quindi ridurre la potenza di compressione richiesta fino a quasi il 35%.

Si fa notare come escludendo la linea di bilanciamento, si riesce a ridurre al minimo la fuga di gas attraverso il tamburo equilibratore. In questo modo risulta in definitiva possibile aumentare il rendimento dei compressori centrifughi.

Giova qui rimarcare il fatto che con l'assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo della presente invenzione si ha una soluzione completamente reversibile, e cioè si può passa-

re da un funzionamento con pistone di bilanciamento ad un funzionamento con tenute meccaniche a gas.

L'assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo secondo l'invenzione può vantaggiosamente essere impiegato ai fini di manutenzioni ed aggiornamenti di compressori centrifughi esistenti e dotate di un pistone di bilanciamento di tipo tradizionale, essendo soprattutto minimizzati i rischi legati ad una soluzione con sole tenute meccaniche a gas per il fatto di avere la possibilità di tornare indietro verso una soluzione tradizionale con pistone di bilanciamento semplicemente sostituendo alcuni componenti.



Dalla descrizione effettuata sono chiare le caratteristiche dell'assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate, oggetto della presente invenzione, così come sono chiari i relativi vantaggi.

È chiaro infine che l'assieme di bilanciamento di spinta assiale per un compressore centrifugo, avente condizioni di sicurezza migliorate così concepito è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'invenzione; inoltre tutti i dettagli sono sostituibili da elementi tecnicamente

equivalenti. In pratica i materiali utilizzati, nonché le forme e le dimensioni, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze tecniche.

L'ambito di tutela dell'invenzione è pertanto delimitato dalle rivendicazioni allegate.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. Assieme di bilanciamento di spinta assiale (10) per un compressore centrifugo (12), avente condizioni di sicurezza migliorate, detto compressore centrifugo (12) comprendendo un rotore (14), dotato di giranti (16) adiacenti e collegate da un albero (18), detto rotore (14) ruotando in uno statore (20), detto compressore centrifugo (12) includendo un pistone di bilanciamento (22), tra un ingresso di un primo stadio di compressione e una zona a valle di detto pistone di bilanciamento (22) essendo prevista una linea di bilanciamento (24), caratterizzato dal fatto di comprendere, a monte di detto primo stadio di compressione, intorno a detto albero (18), una tenuta meccanica a gas di ingresso (26) e, a valle di detto pistone di bilanciamento (22), una tenuta meccanica a gas di uscita (28), detta linea di bilanciamento (24) essendo escludibile mediante organi di chiusura (32).

2. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che dette tenute meccaniche a gas (26, 28) sono rifornite di gas da una linea di alimentazione (30).

3. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti

organi di chiusura (32) comprendono una valvola di intercettazione.

4. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta tenuta meccanica a gas di uscita (28) si trova su una mandata di detto compressore (12) e viene ad assumere un compito di bilanciamento di detta spinta assiale.

5. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che, al fine di garantire un avviamento di detto compressore centrifugo (12), viene impiegato un cuscono reggispinga a lubrificazione diretta su detto albero (18).

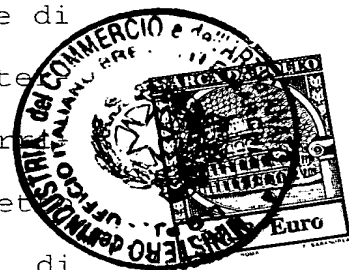
6. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta tenuta a gas di uscita (28) lavora con una pressione su un anello primario uguale a quella di mandata di detto compressore (12).

7. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che, in applicazioni di detto compressore centrifugo (12) per alte pressioni, detta tenuta meccanica a gas di uscita (28) è rifornita con un gas di alimentazione ad elevata pressione.

8. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detta

linea di alimentazione (30) prende il gas da una mandata di un diffusore dell'ultimo stadio di compressione di detto compressore centrifugo (12), immediatamente a monte di una voluta, e, attraverso una tubazione esterna a detto compressore centrifugo (12), lo invia ad un filtro di alta pressione.

9. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto gas, prelevato da detta mandata di detto diffusore di detto compressore centrifugo (12), è rimandato interamente a detto compressore centrifugo (12) in corrispondenza di tenute a labirinto di estremità di detto compressore centrifugo (12), in corrispondenza di anelli primari di dette tenute meccaniche a gas (26, 28).



10. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che incertezze nella valutazione di pressioni e nel dimensionamento di diametro di dette tenute meccaniche a gas (26, 28) sono compensate con una opportuna pressurizzazione di un anello primario di detta tenuta meccanica a gas di uscita (28) e/o di detta tenuta meccanica a gas di ingresso (26).

11. Assieme di bilanciamento (10) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto

pistone di bilanciamento (22) viene calettato su detto albero (18) di detto compressore centrifugo (12), a valle dell'ultimo stadio di compressione.

12. Assieme di bilanciamento di spinta assiale (10) per un compressore centrifugo (12), avente condizioni di sicurezza migliorate, come sostanzialmente descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

SIN/

1. IMPRESA
(RUBRICA)
[Handwritten signature]
(... ..)

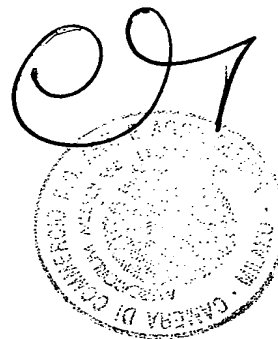
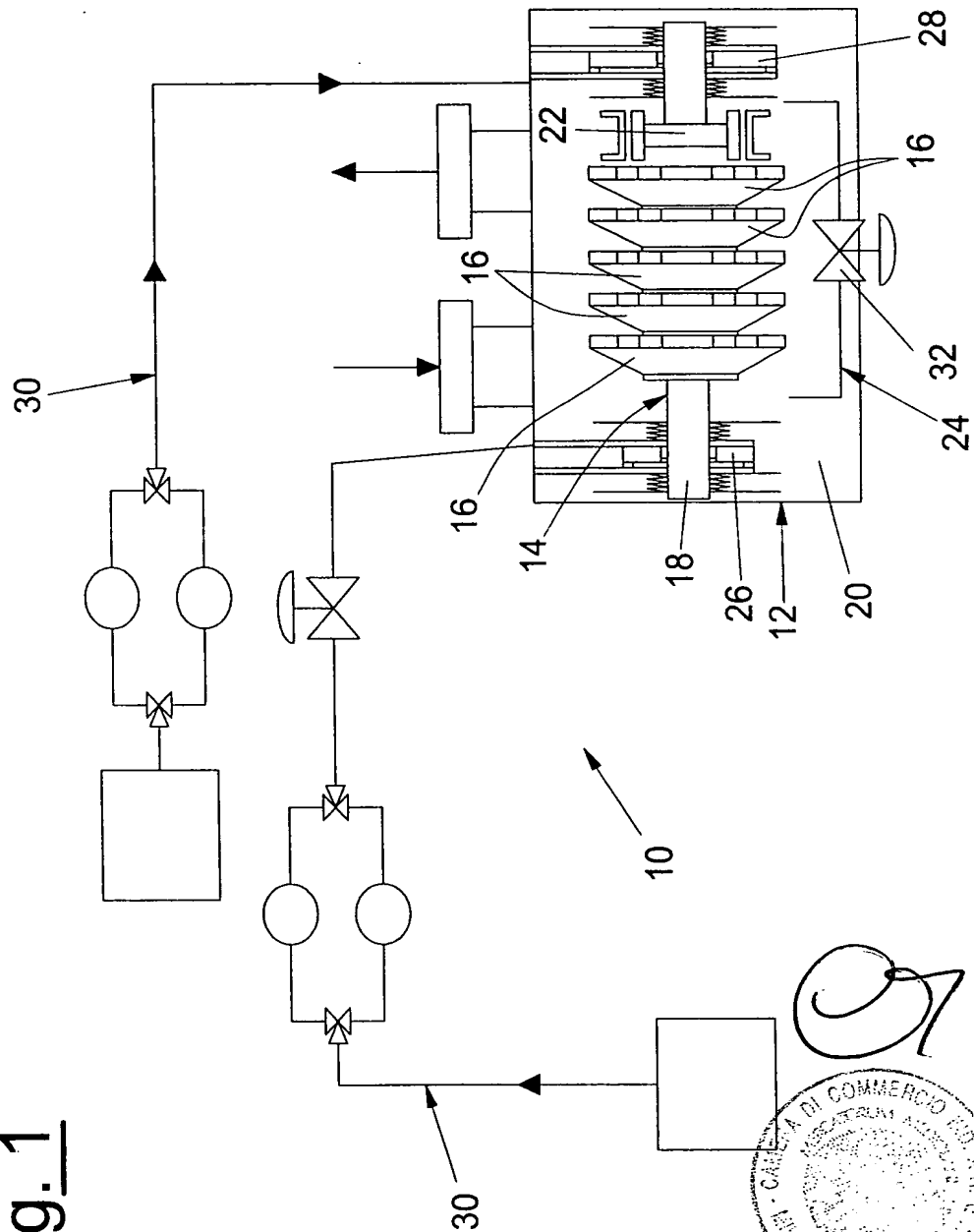


Fig. 1



[Handwritten signature]